

Vertikale Innenraumbegrünung in Schulgebäuden.

Forschungsergebnisse zu System- und
Pflanzeneignung sowie Auswirkungen auf das
Raumklima



Irene Zluwa (Universität für Bodenkultur Wien)

Vortrag am BUGG Innenraumsymposium am 16. 10. 2018



Begrünungen in Schulgebäuden

Zwei Projekte:

- GrünPlusSchule@Ballungszentrum (FFG-Projektnr: 850124)
- GrüneZukunftSchulen (FFG-Projektnr: 858856)

Vier Schulen

- GRG 7 (Altbau)
- GRG 16 (Neubau ohne Lüftungsanlage)
- BRG 15 (Neubau mit Lüftungsanlage)
- KLG (Neubau in Planung)

Projektziele:

Evaluierung von Wartungsaufwand, System- und Pflanzeneignung

Bauphysikalische Auswirkungen im Alt- und Neubau

Integration in den Schulalltag und NutzerInnenakzeptanz



Entwicklungen der Grünstrukturen und
Pflege sowie Wartungsaufwand der
unterschiedlichen Maßnahmen

Untersuchte Begrünungsvarianten im Inneren des Schulgebäudes



(Quelle: Zluwa)

- Topfpflanzen verschiedener Größen

Untersuchte Begrünungsvarianten im Inneren des Schulgebäudes



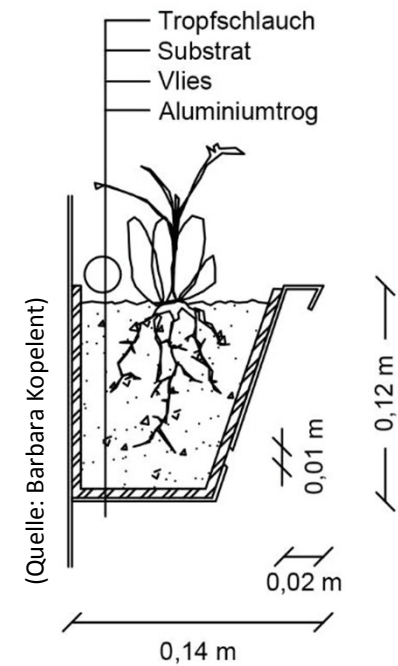
(Quelle: Zluwa)

- Topfpflanzen verschiedener Größen
- Wandgebundenes Aluminiumtragsystem mit Zu- und Ablauf

Untersuchte Begrünungsvarianten im Inneren des Schulgebäudes



- Topfpflanzen verschiedener Größen
- Wandgebundenes Aluminiumtrogsystem mit Zu- und Ablauf



Untersuchte Begrünungsvarianten im Inneren des Schulgebäudes

(Quelle: Zluwa)



- Topfpflanzen verschiedener Größen
- Wandgebundenes Aluminiumtrogsystem mit Zu- und Ablauf
- Vliessystem mit Zu- und Ablauf

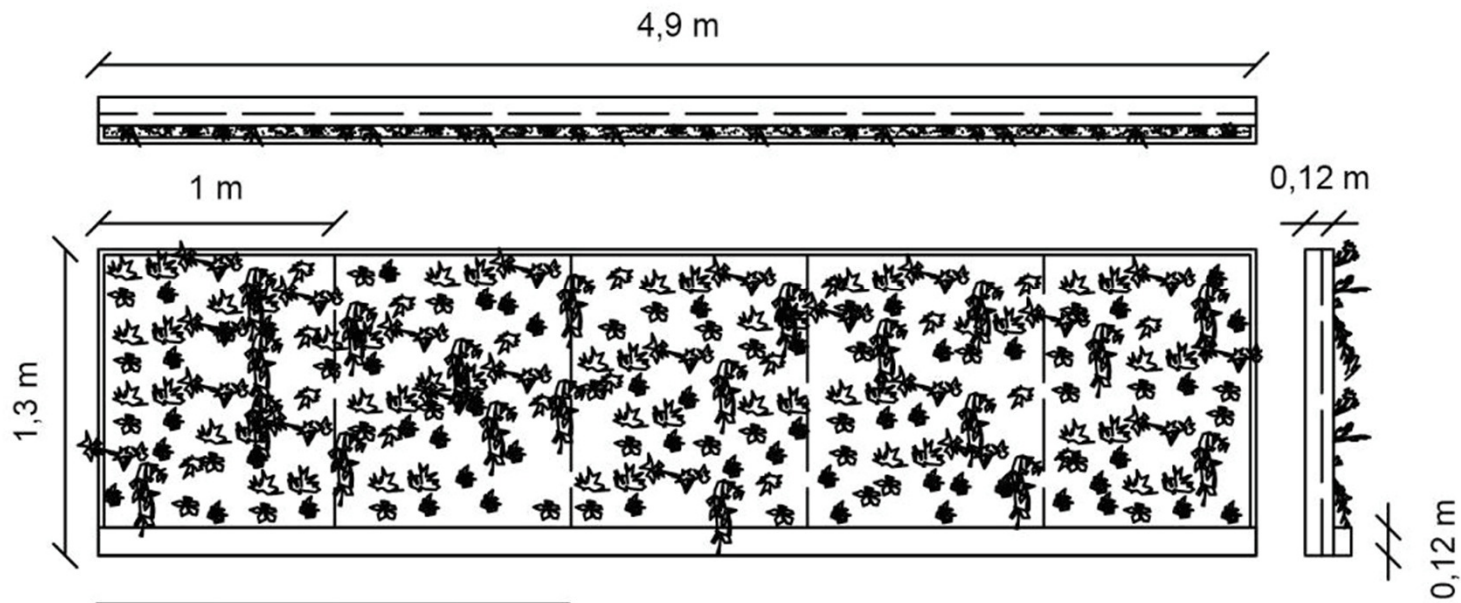
Untersuchte Begrünungsvarianten im Inneren des Schulgebäudes

(Quelle: Zluwa)



- Topfpflanzen verschiedener Größen
- Wandgebundenes Aluminiumtrogsystem mit Zu- und Ablauf
- Vliessystem mit Zu- und Ablauf

(Quelle: Barbara Kopelent)



Untersuchte Begrünungsvarianten im Inneren des Schulgebäudes



(Quelle: Zluwa)

- Topfpflanzen verschiedener Größen
- wandgebundenes Aluminiumtrogsystem mit Zu- und Ablauf
- Vliessystem mit Zu- und Ablauf
- Vliessystem mit Zulauf und Wassertank mit Umlaufpumpe

Untersuchte Begrünungsvarianten im Inneren des Schulgebäudes



(Quelle: Zluwa)

- Topfpflanzen verschiedener Größen
- Wandgebundenes Aluminiumtrogsystem mit Zu- und Ablauf
- Vliessystem mit Zu- und Ablauf
- Vliessystem mit Zulauf und Wassertank mit Umlaufpumpe
- Vliessystem ohne Zulauf mit Wassertank und Umlaufpumpe

Untersuchte Begrünungsvarianten im Inneren des Schulgebäudes



(Quelle: Zluwa)

- Topfpflanzen verschiedener Größen
- Wandgebundenes Aluminiumtrogsystem mit Zu- und Ablauf
- Vliessystem mit Zu- und Ablauf
- Vliessystem mit Zulauf und Wassertank mit Umlaufpumpe
- Vliessystem ohne Zulauf mit Wassertank und Umlaufpumpe
- Aluminiumtrogsystem ohne Zulauf mit Wassertank und Umlaufpumpe

Begrünungssystem: Blumentöpfe/ Tröge



(Quelle: Zluwa)

- Einfaches Ein- und Umtopfen der Pflanzen
- Vertrautes System
- Neupositionierung je nach Größe schnell durchführbar
- Brauchen Platz

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: grün: Gering gelb: Mittel orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll rot: Fachpersonal notwendig

Vergleich der beiden vertikalen Innenraumbegrünungssysteme: Wandgebundenes Trogsystem - Wandgebundenes Vliessystem

- Anfangs dominieren die Wannens das Erscheinungsbild bis sich die Pflanzen eingewachsen haben
 - Ein- und Umpflanzungen relativ einfach
 - Ansaat möglich
 - System ähnlich wie Blumenkistl
 - Umpositionierung des Systems aufwändig
 - Mit zunehmender Höhe wird die Wasserverteilung inhomogener
 - Hohe Errichtungskosten
- Deckung schnell erreicht
 - Ein- und Umpflanzungen aufwändiger
 - Umpositionierung des Systemes aufwändig
 - Dünner Vegetationsträger (wenig Resilienz bei Störung)
 - Noch höhere Errichtungskosten

Bewässerung: **manuell mit Gießkanne/Gartenschlauch**



(Quelle: Zluwa)

- Einfache Handhabung
- Zeitaufwändig
- Geringer Wasserbedarf

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: **grün: Gering** **gelb: Mittel** **orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll** **rot: Fachpersonal notwendig**

Bewässerung: Tropfschlauch mit Zu- und Abfluss

(Quelle: Zluwa)



- Regelmäßige Kontrolle der Tropfschläuche erforderlich
- Hoher Wasserverbrauch

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: grün: Gering gelb: Mittel orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll rot: Fachpersonal notwendig

Bewässerung: Tropfschlauch mit Umlaufpumpe



(Quelle: Zluwa)

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: grün: Gering gelb: Mittel orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll rot: Fachpersonal notwendig

- Regelmäßige Kontrolle der Tropfschläuche erforderlich
- Regelmäßige Kontrolle der Umlaufpumpe erforderlich
- Reinigung des Wassertanks und der Pumpenfilter bei Verschmutzung notwendig
- Geringerer Wasserverbrauch

Düngung: Depotdünger



(Quelle: Zluwa)

- Manuelles Ausstreuen 1-2 mal pro Jahr

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: grün: Gering gelb: Mittel orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll rot: Fachpersonal notwendig

Düngung: Flüssigdünger mit Gießkanne



(Quelle: Zluwa)

- alle 2 Monate oder mit jedem Gießvorgang
- Zeitaufwändig

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: grün: Gering gelb: Mittel orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll rot: Fachpersonal notwendig

Düngung: Flüssigdünger mit automatischen Düngemischer



(Quelle: Zluwa)

- Kontrolle des Systems
- Wechsel des Düngemittel tanks

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: grün: Gering gelb: Mittel orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll rot: Fachpersonal notwendig

Düngung: Flüssigdünger über Wassertank



(Quelle: Zluwa)

- Komplexe Dosierung (Feinwaage erforderlich)
- Düngemittelbeigabe immer wenn Wassertank leer

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: grün: Gering gelb: Mittel orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll rot: Fachpersonal notwendig

Beleuchtung: natürliches Licht



(Quelle: Zluwa)

- Positionierung der Pflanzen in der Nähe von Fensterflächen notwendig

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: grün: Gering gelb: Mittel orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll rot: Fachpersonal notwendig

Beleuchtung: Leuchtkörper mit konventioneller Lampenfassung

(Quelle: Zluwa)



- Unkomplizierter Austausch von Leuchtmitteln

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: grün: Gering gelb: Mittel orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll rot: Fachpersonal notwendig

Beleuchtung: LED-Leiste oder Led-Scheinwerfer

(Quelle: Zluwa)



- Ganzer Leuchtkörper muss bei Fehlfunktion ausgetauscht oder repariert werden

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: grün: Gering gelb: Mittel orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll rot: Fachpersonal notwendig

Steuerung: **manuell**



(Quelle: Zluwa)

- Personen müssen vor Ort sein
- Erkennen von Handlungsbedarf notwendig

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: **grün: Gering** **gelb: Mittel** **orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll** **rot: Fachpersonal notwendig**

Steuerung: mechanische Zeitschaltuhren

(Quelle: Zluwa)



- Leichte Handhabung
- Häufige Nachjustierung notwendig (v.a. nach Stromunterbrechung)
- Gehen schnell kaputt

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: grün: Gering gelb: Mittel orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll rot: Fachpersonal notwendig

Steuerung: digitale Zeitschaltuhren

(Quelle: Zluwa)



- Komplexität der Handhabung modellabhängig
- Pufferspeicher bei Stromunterbrechung
- Minderwertige Haltbarkeit je nach Modell

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: grün: Gering gelb: Mittel orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll rot: Fachpersonal notwendig

Steuerung: Bewässerungscomputer



(Quelle: Zluwa)

- Komplexität der Handhabung modellabhängig
- Pufferspeicher bei Stromunterbrechung

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: grün: Gering gelb: Mittel orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll rot: Fachpersonal notwendig

Steuerung: Bewässerungscomputer mit App

(Quelle: Zluwa)



- Übersichtliches Interface auf Computer oder Mobiltelefon zur Überwachung und Einstellungen
- Fehlermeldungen werden angezeigt
- Wetterdaten in die Steuerung integrierbar

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: grün: Gering gelb: Mittel orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll rot: Fachpersonal notwendig

Zugänglichkeit: ohne Hilfsmittel erreichbar

(Quelle: Zluwa)



- Erreichbarkeit immer gegeben
- Auch Kinder können mithelfen

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: grün: Gering gelb: Mittel orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll rot: Fachpersonal notwendig

Zugänglichkeit: mit Haushaltsleiter erreichbar

(Quelle: Zluwa)



- Erreichbarkeit immer gegeben

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: grün: Gering gelb: Mittel orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll rot: Fachpersonal notwendig

Zugänglichkeit: hohe Leiter



(Quelle: David Tudiwer)

- Erreichbarkeit immer gegeben
- Höherer Aufwand

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: grün: Gering gelb: Mittel orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll rot: Fachpersonal notwendig

Zugänglichkeit: Hebebühne



(Quelle: Zluwa)

- Hebebühne muss Verfügbar sein
- Absperren der Standflächen notwendig
- Zufahrtsmöglichkeit muss gegeben sein

Legende zur Komplexität in der Anwendung/Aufwand der Bedienung: grün: Gering gelb: Mittel orange: Hoch/ Fachpersonal sinnvoll rot: Fachpersonal notwendig

Zusammenfassung

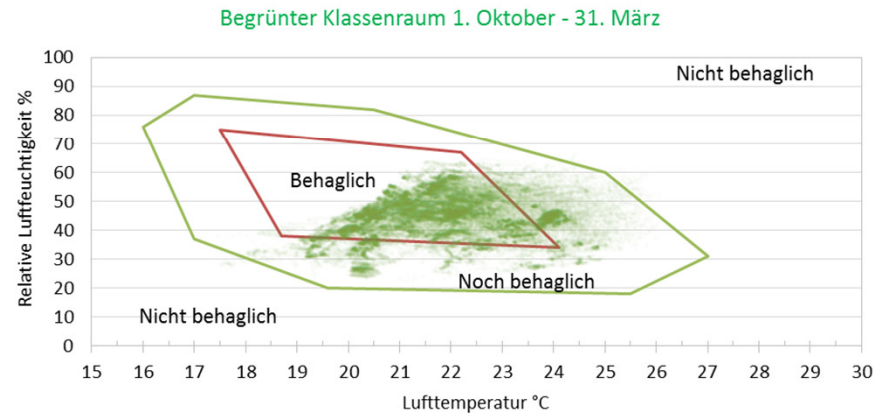
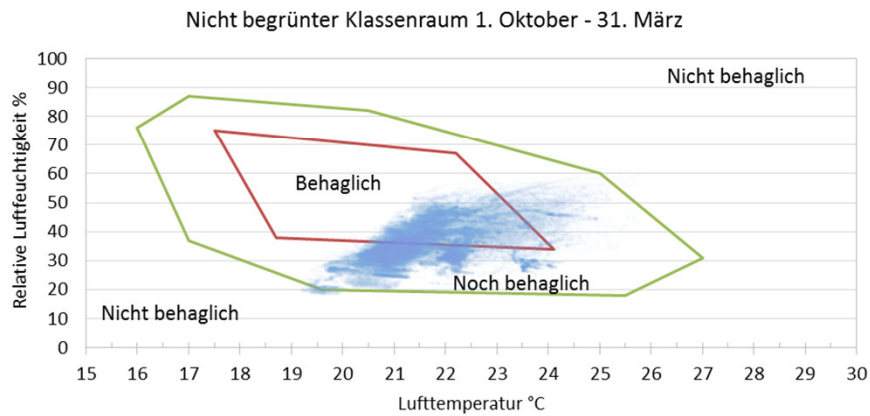
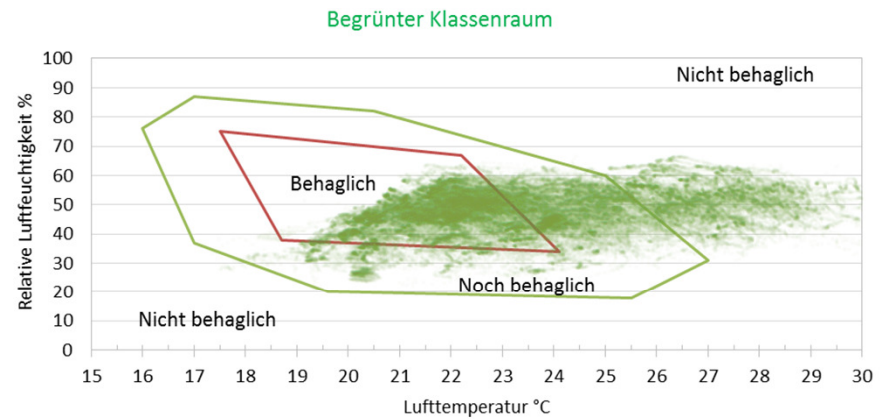
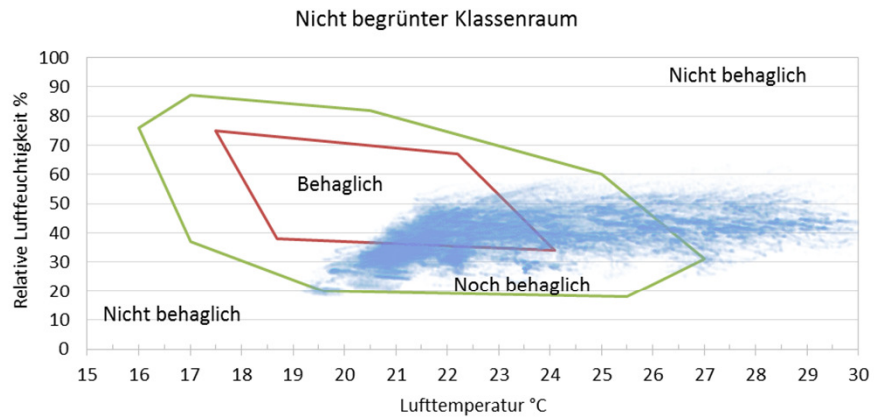
- **Je dicker ein Vegetationsträger (je dicker die Substratstärke) umso resilienter ist das System, da es nicht so schnell austrocknen kann und Temperaturschwankungen besser ausgeglichen werden.**
- **Horizontale Systeme haben eine homogenere Wasserverteilung, da die Schwerkraft weniger Auswirkungen hat.**
- **Die Zugänglichkeit der Begrünung sowie der Steuerung ist sehr wichtig: nur leicht erreichbare Stellen werden häufig gepflegt, und nur einfach einzusehende Steuerungen werden kontrolliert.**
- **Die Hemmung eine Zeitschaltuhr einzustellen ist geringer, als einen Bewässerungscomputer zu bedienen. Mechanische Zeitschaltuhren sind am leichtesten zu verstehen, sorgen jedoch für Verwirrung, wenn die Zeit nach einem Stromausfall verstellt ist (digitale Zeitschaltuhren haben im Gegensatz dazu einen Pufferspeicher, der die Einstellungen beibehält). Online überwachbare Anlagen, können Fehlermeldungen versenden und sind übersichtlicher zu bedienen.**
- **Generell ist die Hemmschwelle in ein System einzugreifen umso höher, je technischer das System ist.**

Empfohlene Pflanzen:

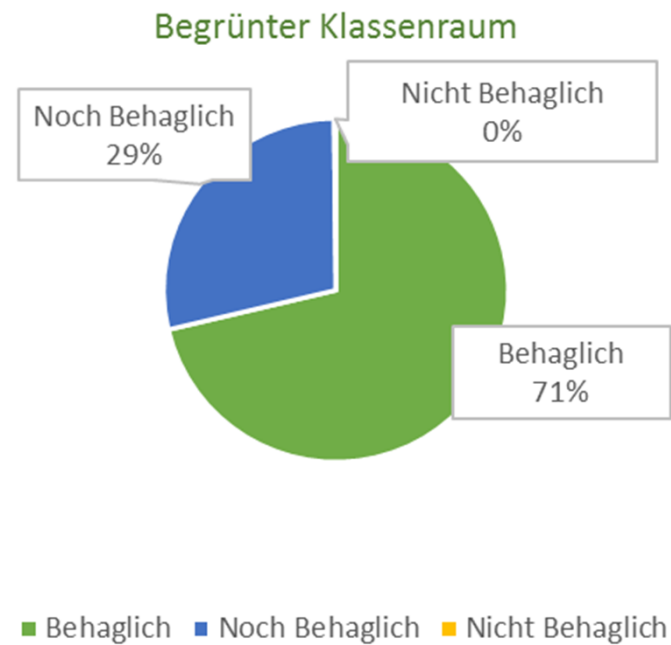
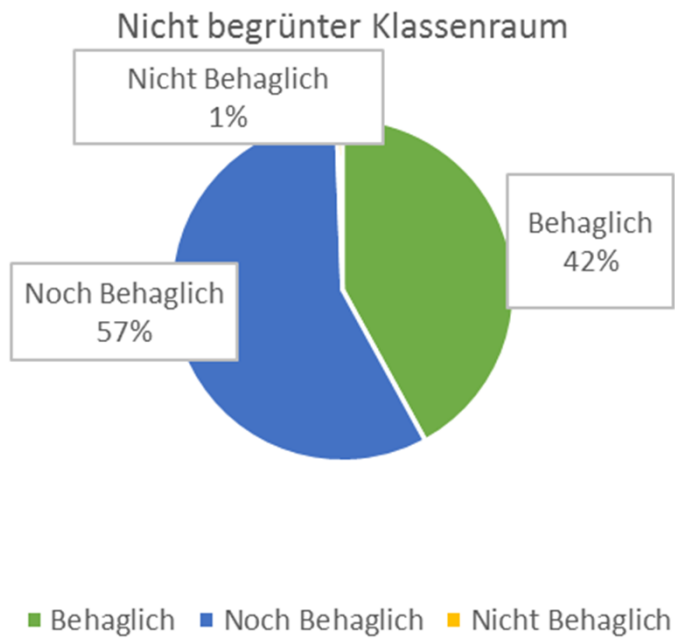
- Ideal zum Arbeiten mit Kindern in Vertikalbegrünungen sind vegetativ vermehrbare Pflanzengattungen wie: **Grünlilie** (Chlorophytum), **Bogenhanf** (Sansevieria ssp.), **Efeutute** (Epipremnum), **Baumfreund** (Philodendron), **Dreimasterblume** (Tradescantia), **Blutständel** (Ludisia)
- Pflegeleicht: Asplenium antiquum und A. nidus, Peperomia clusiifolia,
- *Nicht geeignet: Chamaedorea elegans, Schefflera arboricola, Syngonium podophyllum*

Bauphysikalische Auswirkungen der Innenraumbegrünung

Hygrothermische Ergebnisse



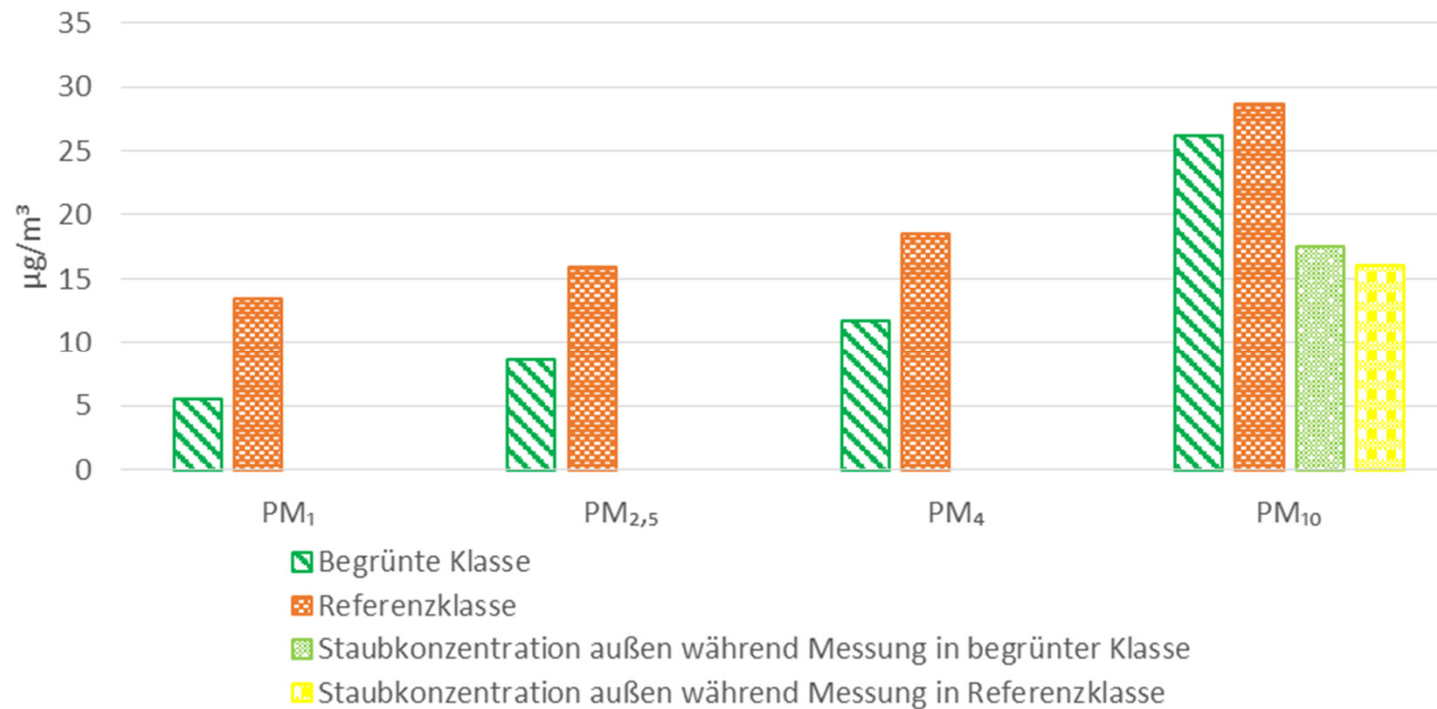
Quelle: David Tudiwer)



(Quelle: David Tudiwer, TU-Wien)

Das hygrothermische Raumklima wird aufgrund von Innenraumbegrünung verbessert. Die Luftfeuchtigkeit wird aufgrund der Innenraumbegrünung erhöht, dennoch ist bei sinnvoller Dimensionierung der Begrünung keine erhöhte Schimmelsporenbelastung zu befürchten. Schimmelsporenmessungen wurden von der IBO Innenraumanalytik OG durchgeführt.

Staubkonzentration



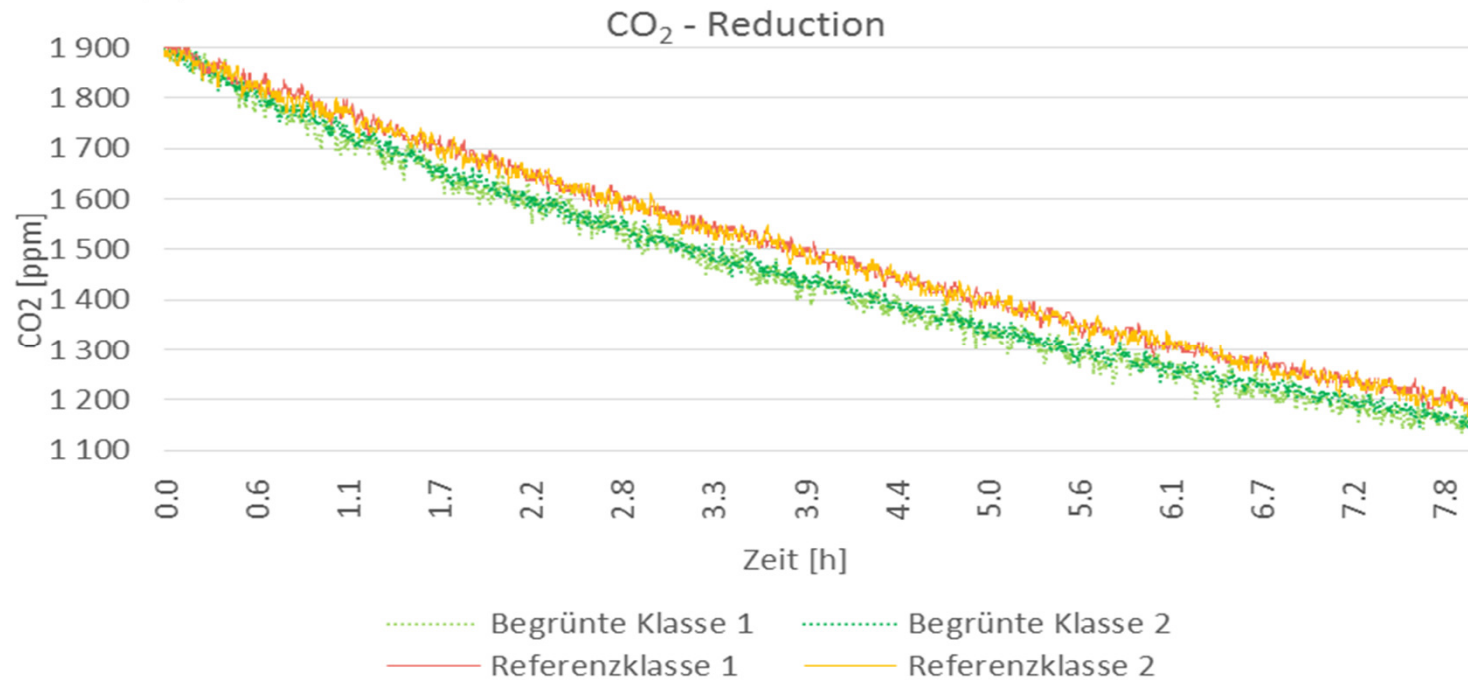
(Quelle: David Tudiwer, TU-Wien)

Die Staubkonzentration schwankt je nach **Raumnutzung** und **Wetterlage**. Sie nimmt aufgrund von Innenraumbegrünung im Mittel ab. Außenstaubkonzentration gemessen von MA22

CO₂ – Konzentration

- Türe geöffnet
- Fenster nicht ganz geschlossen
- Dichtheit der Räume
- Personenanzahl z. B. 1 Kind fehlt (kurz)
- Aktivität der SchülerInnen
- 1.000 ppm → Maximalwert nach Pettenkofer 1858
- 1.400 ppm → Maximalwert nach DIN EN 13779
- 1.500 ppm → Maximalwert nach DIN 1946-2
- Ab 2.000 ppm Konzentrationsschwierigkeiten, Müdigkeit
- Ab 5.000 ppm Kopfschmerzen, leichtes Unwohlsein
- Ab 80.000 ppm Lebensgefahr

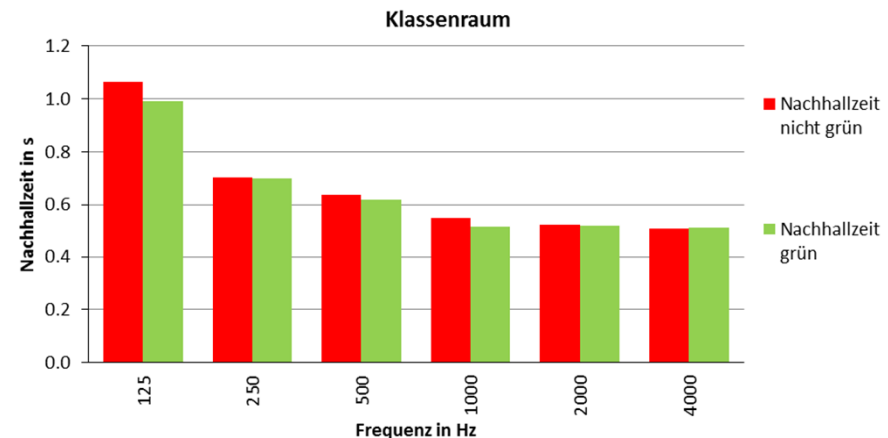
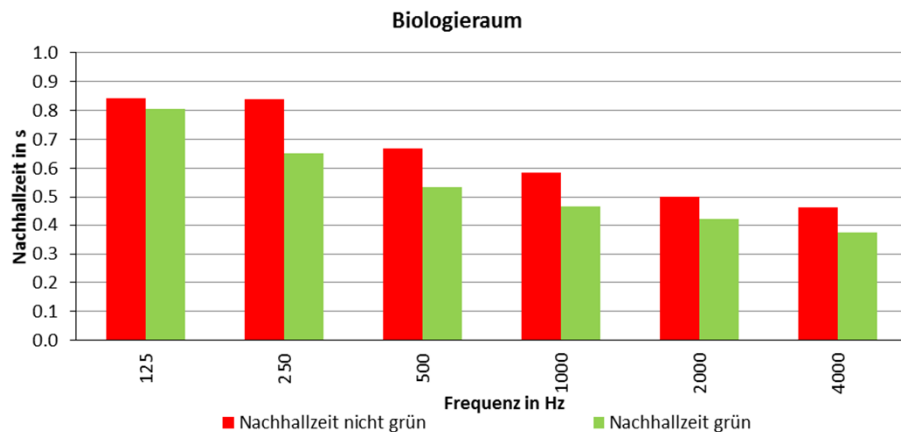
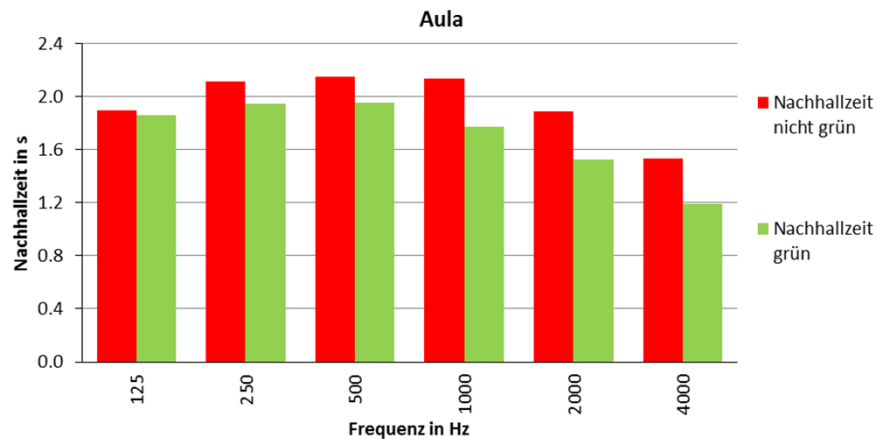
CO₂-Konzentration



Innenraumbegrünung **reduziert** während des Tages die CO₂-Konzentration. Die Reduktion ist jedoch so gering, dass sie während einer Raumnutzung durch eine Schulklasse **keine bedeutende Wirkung** zeigt und keine Lüftung ersetzen kann.

Unbedingt Lüften!

Akustische Auswirkungen von Gebäudebegrünung



Die untersuchten **Begrünungssysteme absorbieren Schall**. Das führt zur **besseren Verständlichkeit** bei gleicher Lautstärke, insbesondere beim Lernen von **Fremdsprachen** ist das ein großer Vorteil.

Integration in den Schulalltag und Akzeptanz

Wissensvermittlung an die Schülerinnen und Schüler

- Gespräche und Workshops mit den Lehrern und Lehrerinnen und anderem Schulpersonal um Projektinhalte, Erfahrungen mit den Begrünungssystemen und Messergebnisse auszutauschen.
- Einbindung der Thematik im Unterricht in entsprechend passenden Fächern, Arbeiten mit realen Daten der Messungen im Unterricht und in vorwissenschaftlichen Arbeiten.
- Vorstellung des Projektes bei den Berufsinformationstagen und am Tag der offenen Tür

Wissensvermittlung an die Schülerinnen und Schüler

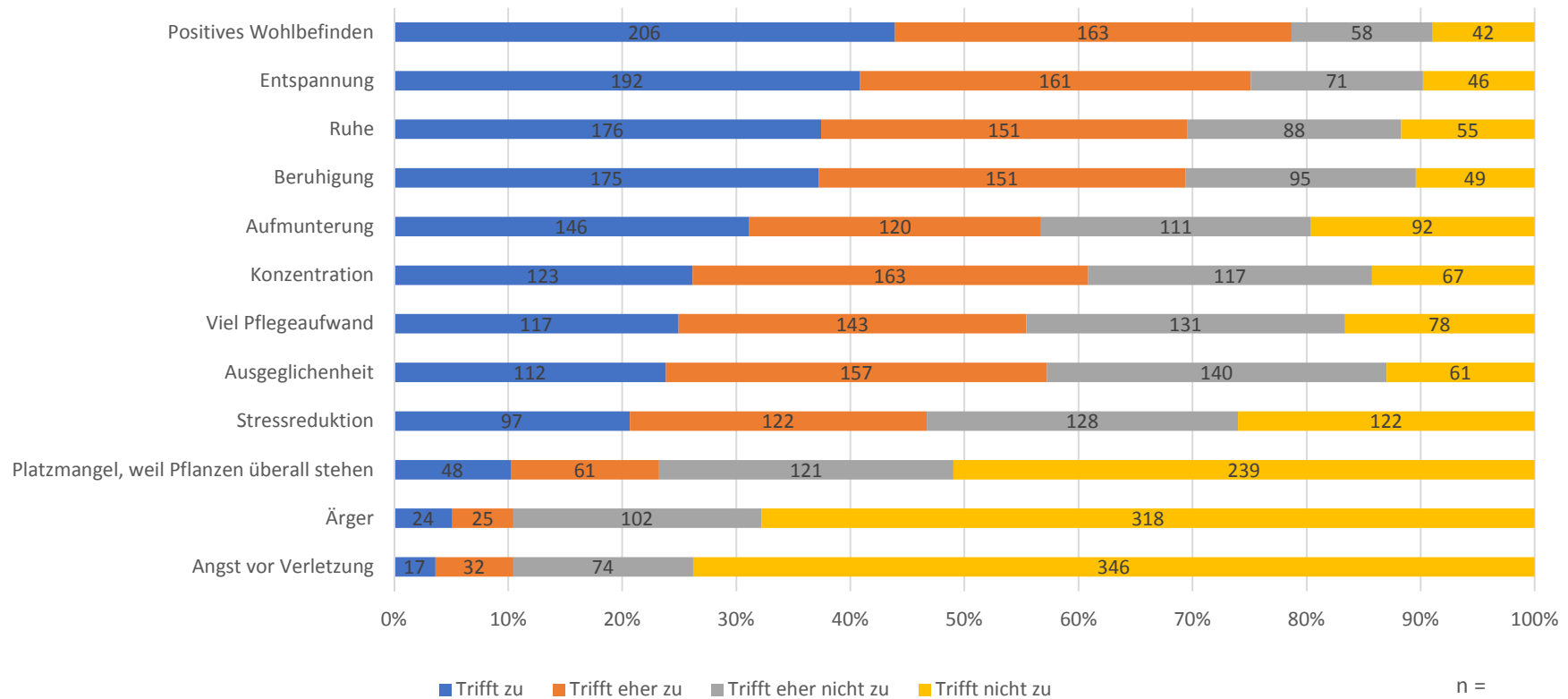
- Gemeinsame Bepflanzungsworkshops



(Quelle: Carola Gump – Kräutler Landschaftsarchitektur)

Wohlbefinden (Schülerinnen und Schüler)

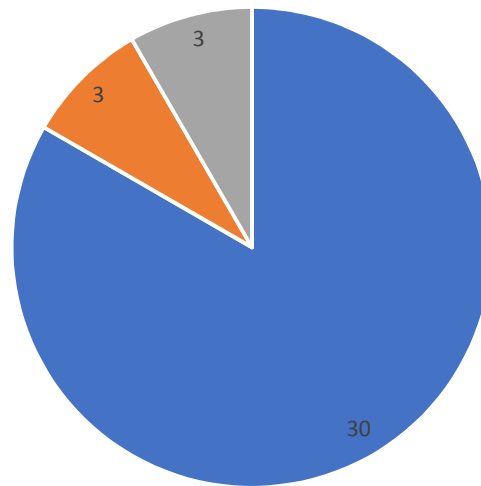
Mit Pflanzen verbinde ich



(Quelle: B-NK)

Wohlbefinden Lehrkräfte

Fühlen Sie sich in einem Raum mit vielen Pflanzen wohler als in einem Raum ohne Pflanzen?



■ Ja ■ Nein ■ Weiß ich nicht

n = 36

(Quelle: B-NK)

Weiterführendes zum Projekt GrünPlusSchule@Ballungszentrum:

- Der Endbericht zum Forschungsprojekt kann auf der Website der Fördergeberin heruntergeladen werden:
www.nachhaltigwirtschaften.at/sdz
- Der Maßnahmenkatalog zu den Begrünungen und ihren Wirkungen kann unter <http://www.grueneschulen.at/category/assoziierte-schulen/> heruntergeladen werden.



**Ein Maßnahmenkatalog
für die Begrünung von Schulen im Altbau**
anhand des Beispiels
Gymnasium und Realgymnasium 7,
Kandlgasse 39, 1070 Wien

basierend auf den Forschungsergebnissen aus dem Projekt
GrünPlusSchule@Ballungszentrum



Ausblick zum laufenden Projekt GRÜNEzukunftsSCHULEN:

Begrünungsansätze für Schulen theoretisch er- und bearbeitet, aber auch praktisch umgesetzt, mit besonderem Fokus auf die Grünpflege. Exemplarisch passiert das an **zwei neugebauten Schulstandorten** und einem **Standort in der Planungs- und Bauphase**. Die gesammelten Erfahrungen werden dabei auch mit **den Ergebnissen des Projekts „GrünPlusSchule“** verglichen.

Das betrifft insbesondere den **Energie- und Wasserverbrauch der Begrünungssysteme** sowie die **Wirkung des Grüns** auf das Gebäude sowie das Raum- und Mikroklima.

Besonderes Interesse gilt im Projekt dem Vergleich von mechanisch belüfteten Räumen im Neubau mit nicht belüfteten Räumen im Alt- und Neubau. Dabei soll auch der Frage nachgegangen werden, ob die durch die Begrünung verursachte höhere **Luftfeuchtigkeit in Neubau-Räumen** ohne Lüftungsanlage ein zu hohes Niveau erreicht.

Es wird **Leitfaden „Grüne Architektur im Schulbau“** erarbeitet, der die Projekterkenntnisse zusammenfasst.

Informationen unter: www.gruenezukunftschulen.at

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

